

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

SAW device with quasi-periodic transitional structure - affords smooth transition in waves propagated between final strips of adjacent and unequally periodic multi-strip transducers

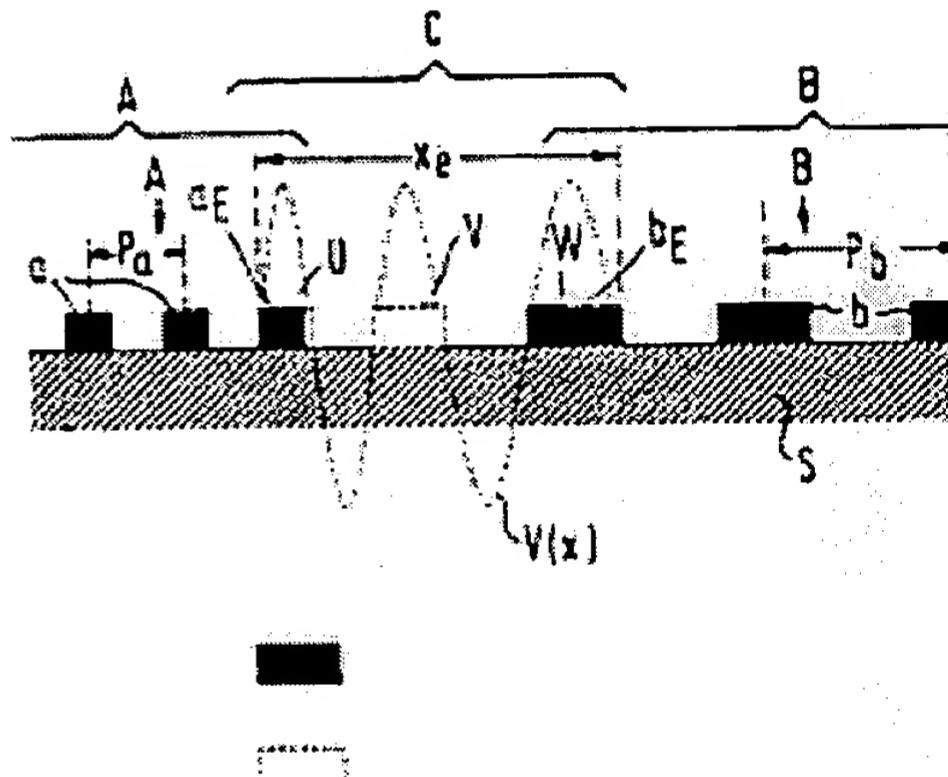
Patent number: DE4212517
Publication date: 1993-10-21
Inventor: ANEMOGIANNIS KIMON DIPLO. ING (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
- **international:** H03H9/145
- **european:** H03H9/02S6; H03H9/02S6D; H03H9/145C4D
Application number: DE19924212517 19920414
Priority number(s): DE19924212517 19920414

Abstract of DE4212517

The final strip (aE) of a SAW structure (A) is disposed parallel to the final strip (bE) of a neighbouring structure (B) on a substrate (S). These two structures may of differing periodicity (P_a, P_b) and may introduce a phase discontinuity in the synchronous frequency wave.

A smooth transition between the two structures is achieved by interpolation of a quasi-periodic structure (C) whose strips (u, v, w) are positioned and dimensioned in accordance with a chirp function or sinusoid ($v(x)$) with a nonlinearly increasing argument. Its length (x_e) equals the distance between the inner edges of the two final strips.

ADVANTAGE - Esp. low losses are incurred in transmission esp. over vol.-wave-cut substrate.





⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ **Patentschrift**
⑯ **DE 42 12 517 C2**

⑯ Int. Cl. 6:
H 03 H 9/145

⑯ Aktenzeichen: P 42 12 517.0-32
⑯ Anmeldetag: 14. 4. 92
⑯ Offenlegungstag: 21. 10. 93
⑯ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 23. 2. 95

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑯ Erfinder:
Anemogiannis, Kimon, Dipl.-Ing., 8000 München, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 28 39 851 B1
DE 24 37 938 B2
DE 39 42 148 A1
DE 38 32 944 A1
DE 26 19 290 A1
DE 25 05 819 A1
DE-OS 23 14 642
US 49 65 479

Ultrasonics Symposium, 1983, S. 104-108;

⑯ Oberflächenwellenanordnung mit mindestens zwei in Richtung der Hauptwellenausbreitung benachbarten
Oberflächenwellen-Strukturen

DE 42 12 517 C2

DE 42 12 517 C2

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Oberflächenwellenanordnung mit mindestens zwei in Richtung der Hauptwellenausbreitung benachbarten Oberflächenwellen-Strukturen nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Beispielsweise aus der US-PS 4,965,479 bekannte Oberflächenwellenanordnungen der gattungsgemäßen Art besitzen mindestens zwei Oberflächenwellen-Strukturen, die (wenigstens zwei) Oberflächenwellenwandler für z. B. ein einfaches Filter bzw. die (wenigstens) eine Wandler- und (wenigstens) eine Reflektorstruktur für einen einfachen Resonator sind. Eine (Filter-)Anordnung mit zwei Wandlern kann auch zusätzlich noch einen oder mehrere Reflektoren und ggf. auch weitere Wandler haben und ein Resonator kann auch mehrere Wandler und/oder mehrere Reflektoren besitzen.

Solche Oberflächenwellen-Strukturen einer Oberflächenwellenanordnung sind auf einem piezoelektrischen Substrat vielfach in einer Achse bzw. einer Spur angeordnet. Diese Achse ist dann auch die Hauptwellenausbreitungsrichtung in einer solchen Anordnung. Die Oberflächenwellen-Strukturen bestehen beim einen Wandler aus interdigital angeordneten Elektrodenstreifen mit zugehörigen Sammelschienen und beim einen Reflektor aus lediglich Streifen, die jedoch auch mit Sammelschienen kurzgeschlossen sein können. Bei einem einfachen Entwurf bzw. Design einer solchen Oberflächenwellenanordnung kann die Periodizität zweier benachbarter Oberflächenwellen-Strukturen bzw. können die Streifenpositionen derselben derart sein, daß keine Störung zwischen diesen vorliegt. Das heißt, daß zwei benachbarte Oberflächenwellen-Strukturen beispielsweise gleiche Periodizität haben und diese beiden Perioden auch phasenangepaßt ineinander übergehen.

Abweichend davon kann jedoch der sich aus vorgebbaren zu erfüllenden Eigenschaften einer solchen Oberflächenwellenanordnung ergebende Entwurf zwei oder mehrere benachbarte Oberflächenwellen-Strukturen vorsehen bzw. fordern, die keine solche Anpassung haben, also unterschiedliche Streifenpositionen aufweisen. Solche unterschiedlichen Streifenpositionen ergeben sich aus einem solchen Abstand zwischen den jeweils endständigen Streifen von zwei benachbarten Oberflächenwellen-Strukturen, die verschieden ist von der Wellenlängenhalb der Periodizität beider Strukturen. Der Abstand kann dabei ein Bruchteil nur einer halben Wellenlänge oder gleich der Summe mehrerer halber Wellenlängen plus einem solchen Bruchteil sein. Im Allgemeinen ist der Oberflächenbereich des Substrats zwischen solchen benachbarten Oberflächenwellen-Strukturen frei von weiterer Oberflächenbelegung. Es kann dort aber auch eine großflächige, unstrukturierte Belebung vorhanden sein, die durch die Erfindung ersetzt wird.

Für verlustarme Oberflächenwellenanordnungen wird niedrige Einfügungsdämpfung auch bei hohem Selektionsvermögen gefordert. Die Fig. 1 bis 6 zeigen in schematischer Darstellung bekannte einschlägige Oberflächenwellenanordnungen.

Fig. 1 zeigt ein auch aus der bereits genannten US-PS 4,965,479 bekannten Resonatorfilter, das für besonders schmalbandige Übertragungsfunktion zu verwenden ist.

Die Fig. 2 und 3 zeigen Ausführungsformen eines aus der DE-OS 38 32 944 bekannten Zweispurfilters mit Kopplung der beiden Spuren durch spezielle Koppelwandler. Solche Anordnungen haben extreme Flankensteilheit sowie niedrige Einfügungsdämpfung.

Fig. 4 zeigt ein aus der DE-OS 39 42 148 bekanntes Reflektorfilter, das insbesondere auf Quarz eine besonders geringe Substratoberfläche trotz geringen Verlustes benötigt.

Die Fig. 5 zeigt ein Filter mit zwei Einphasen-Unidirektionalwandlern. In die beiden Wandler sind Reflektoren eingefügt, um eine optimale Unterdrückung des Triple-Transit-Signals zu erzielen.

Fig. 6 zeigt ein Filter, das aus zwei Phasenwandlern besteht. Bei einem solchen Wandler wird mit Hilfe eines Phasennetzwerkes eine unidirektionale Abstrahlung der akustischen Welle erreicht und gleichzeitig das Triple-Transit-Signal minimiert.

Unidirektionalwandler der vorgenannten Art sind beispielsweise aus 1983 Ultrasonics Symposium, S. 104—108 entnehmbar.

Verlustarmer Betrieb einer Oberflächenwellenanordnung ist bisher durch elektrische Fehlanpassung des Filters erzielt worden. Bei elektrischer Anpassung reflektiert nämlich der prinzipiell aus zwei akustischen und einem elektrischen Tor bestehende elektroakustische (Ausgangs-)Interdigitalwandler ein Viertel der Signalernergie des einlaufenden akustischen Signals. Es kommt damit zu einer starken Welligkeit im Durchlaßbereich der Filterübertragungsfunktion. Aus diesem Grunde werden für die bekannten verlustarmen Oberflächenwellen-Strukturen solche Techniken angewendet, die das Dreitor-Wandlerprinzip durch spezielle Maßnahmen umgehen.

Auch bei elektrischer Anpassung besitzen verlustarme Oberflächenwellenfilter eine Einfügungsdämpfung von einigen dB. Grund dafür sind unter anderem Ohm'sche Effekte, akustische Fehlanpassung durch die Wandlerwichtung und/oder Ausbreitungsverluste. Ein besonders störender Verlustmechanismus beruht auf Effekten, die von endständigen Wandler- bzw. Reflektorstreifen ausgehen. Sie treten an denjenigen Stellen auf, wo die Streifenperiodizität gestört ist und sie führen außerdem zu Abstrahlung von Volumenmoden.

Alle Oberflächenwellenanordnungen der Fig. 1 bis 5 umfassen eine Anzahl Oberflächenwellen-Strukturen, die jede für sich genommen eine Einheit ist. Abgesehen von Spezialfällen ergeben sich bei Erstellung eines Entwurfs für zwei jeweils benachbarte Strukturen zueinander unterschiedliche Streifenpositionen. Das heißt, daß die Periodizität in der einen Struktur verschieden ist von derjenigen in der (jeweils) benachbarten Struktur. Dieser Unterschied ist eine hier relevante Störung. Entsprechendes gilt für die Streifenpositionen benachbarten Strukturen. Soweit gefordert ist, daß solche Störungen nicht vorliegen, sind bisher bei bekannten Anordnungen zwangsläufig Änderungen der Streifenperiode und/oder Verschiebungen der betreffenden benachbarten Strukturen zueinander vorgenommen worden. Diese beiden Methoden reduzieren beim Resonator der Fig. 1 die Kopplung und begrenzen den Freiraum für den Entwurf. Bei den Anordnungen der Fig. 2 und 3 tritt das gleiche

Problem zwischen einem jeweiligen Wandler und Reflektor auf. Ebenfalls tritt ein solches Problem der Störung innerhalb eines Koppelwandlers der Anordnung der Fig. 2 und 3 auf, wenn diese Koppelwandler partiell gesplittete Koppelwandler sind, nämlich wo Bereiche mit $\lambda/4$ -breite Streifen und $\lambda/8$ -Streifen aneinanderstoßen. Entsprechendes gilt auch für Anordnungen der Fig. 5. Stets treten an den Übergangsstellen hohe Abstrahlungsverluste auf. Das gleiche gilt für den Zweiphasenwandler nach Fig. 6, nämlich durch die die elektrischen Phasenverschiebungen entsprechende Verschiebung der Teilwandler zueinander.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine wirkungsvollere Methode zur Behebung der voranstehend zitierten Mängel anzugeben.

Diese Aufgabe wird bei einer Oberflächenwellenanordnung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 gelöst.

Bei der erfindungsgemäßen Oberflächenwellenanordnung ist zwischen jeweils benachbarten Oberflächenwellen-Strukturen (mit ansonsten wie oben beschrieben auftretender Störung des Wellenübergangs) eine quasi-periodische Struktur aus weiteren Streifen eingefügt. "Zwischen" den Oberflächenwellen-Strukturen schließt auch ein, daß sich der Bereich einer solchen eingefügten quasi-periodischen Struktur auch in wenigstens einer der beiden benachbarten Oberflächenwellen-Strukturen merkbar hinein erstreckt. Dies ist besonders dann der Fall, wenn der geometrische Abstand zwischen den beiden gegenüberliegenden endständigen Streifen der zwei benachbarten Oberflächenwellen-Strukturen innerhalb der Oberflächenwellenanordnung sehr klein ist, z. B. nur in der Größenordnung einer halben Wellenlänge dieser Oberflächenwellen-Strukturen liegt.

Erfindungsgemäß läßt sich eine vorhandene "Stoßstelle" in einen "weichen Übergang" zwischen den beiden Oberflächenwellen-Strukturen modifizieren. Dazu sind die jeweiligen Streifenperioden und Streifenpositionen dieser benachbarten Oberflächenwellen-Strukturen zu berücksichtigen und aneinander anzupassen. Die Anwendung der Erfindung erspart es dem Designer bei der Erstellung seines Filterentwurfs Maßnahmen zu treffen, die auch die Störungen eines solchen Stoßes berücksichtigen. Vielmehr wird die erfindungsgemäße Maßnahme, das ist das Einfügen der erfindungsgemäß vorgesehenen und bemessenen quasi-periodischen Streifenanordnung zwischen zwei benachbarten Oberflächenwellen-Strukturen nachträglich ausgeführt. Der Filterentwurf erfüllt als solcher die vorgegebenen Bedingungen und die Erfindung beseitigt an einer solchen Oberflächenwellenanordnung auftretende, auf den Stoßstellen beruhende Störungen. Die Erfindung hat bis auf die gewollte Reduktion der Abstrahlungseffekte nur noch vernachlässigbaren Einfluß auf die vorgegebene Filterfunktion. Insbesondere bei Volumenschnitten des Substrats ist mit der Erfindung eine erhebliche Abnahme der Abstrahlungsverluste zu erzielen.

Eine wie erfindungsgemäß eingefügte Streifenstruktur ist dem Prinzip nach eine reflektionsfrei Streifenstruktur. Verwendet werden hierfür vorzugsweise Streifen mit breiten Abmessungen von $\lambda/3$, $\lambda/6$ oder $\lambda/8$. Um elektromagnetisches Übersprechen durch eine solche zwischen zwei benachbarten Oberflächenwellen-Strukturen erfindungsgemäß zusätzlich eingefügte Struktur zu vermeiden, ist zu empfehlen, die Streifen einer solchen eingefügten Struktur außerdem mit wenigstens einer Sammelschiene untereinander kurz zu schließen und die Struktur vorzugsweise auch mit Masse zu verbinden.

Wie anhand von Fig. 7 noch näher erläutert wird, ist die eingefügte, nicht reflektierende Struktur derart modifiziert, daß sie mit ihren jeweiligen Enden an die nunmehr dieser eingefügten Struktur benachbarten Oberflächenwellen-Struktur hinsichtlich der Periodizität angepaßt ist. Die Streifen dieser eingefügten Struktur sind in ihrer Positionierung zueinander und zu den Oberflächenwellen-Strukturen so modifiziert, daß beim Übergang und in der eingefügten Struktur ein "gleitender" Übergang von der Periodizität der einen Oberflächenwellen-Struktur in die der anderen der zwei benachbarten Oberflächenwellen-Strukturen vorliegt. Das gleiche gilt für die Phasenanpassung von der einen zur anderen der zwei Oberflächenwellen-Strukturen. Die erfindungsgemäß vorgesehene quasi-periodische Struktur ist gegenüber einer wie oben angegebenen unmodifizierten, nicht reflektierenden Struktur hinsichtlich der Streifenabstände und Streifenbreiten angepaßt verändert.

Für den Fall, daß die Periodizität der beiden mit der erfindungsgemäßen quasi-periodischen Struktur zu "verbindenden" Oberflächenwellen-Strukturen gleich groß ist, bedarf es hinsichtlich dieser physikalischen Größe keiner Modifizierung der nicht reflektierenden, eingefügten Struktur, die dann nur noch hinsichtlich der Anpassung der jeweiligen Phase der beiden Oberflächenwellen-Strukturen zu modifizieren ist. Die Streifen der erfindungsgemäßen quasi-periodischen Struktur werden dann derart einander angenähert oder voneinander entfernt positioniert, daß ein "verschmierter" Phasenübergang ohne abrupten Stoß vorliegt.

Sind sogar Periode und Phase der beiden Oberflächenwellen-Strukturen zueinander passend, so geht die erfindungsgemäß quasi-periodische Struktur in eine periodische Struktur (mit der Periode der Oberflächenwellen-Struktur) über und es tritt auch keine Fehlanpassung der Phase auf. In diesem speziellen Fall geht die erfindungsgemäß vorgesehene Struktur in eine einfache nicht reflektierende Streifenstruktur über, die den Zwischenraum zwischen den einander benachbarten Oberflächenwellen-Strukturen ausfüllt.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen gemäß den Fig. 7 bis 10 der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 7 eine Oberflächenwellenanordnung mit einer erfindungsgemäßen quasi-periodischen Struktur; und Fig. 8 bis 10 weitere Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Oberflächenwellenanordnung.

Fig. 7 zeigt das Prinzip der Realisation eines erfindungsgemäßen "weichen Überganges". Die Streifen a, a, a_e sind die drei letzten Streifen einer Oberflächenwellen-Struktur A (z. B. die drei letzten Elektroden eines Wandlers), deren in der Figur rechtes Ende dargestellt ist. Der Streifen a_e ist der endständige Streifen b, b, b einer (in der Hauptwellenausbreitungsrichtung nach rechts) benachbarten Oberflächenwellen-Struktur gezeigt. Es sind dies die Streifen des linken Endes dieser Struktur B und der Streifen b_e ist der endständige Streifen. Zu erkennen ist, daß die Streifen a, a_e einerseits und die Streifen b, b_e andererseits voneinander verschieden große Streifenbreiten haben und auch die Periodizität p_a und p_b der beiden Strukturen A und B voneinander unterschiedlich

sind.

Für die Anwendung der Erfindung können die Größen p_a , p_b und der in der Fig. 7 angegebene Abstand x_e sowie die Streifenbreiten der Streifen der beiden Oberflächenwellen-Strukturen A, B beliebig sein. Der Abstand x_e ist eine Größe, die für die mathematische Erfassung und erfindungsgemäß Bemessung der erfindungsgemäß vorzusehenden, einzufügenden quasi-periodischen Struktur C zu berücksichtigen ist. Die Abmessung x_e erstreckt sich zwischen der Innenkante des gegenüberliegenden endständigen Streifens b_e . Die Abmessung x_e ist damit die Längenabmessung der erfindungsgemäß vorzusehenden Struktur C mit Einbeziehung der jeweiligen endständigen Streifen a_b , b_e .

Es lassen sich die Wellenzahlen für die beiden Oberflächenwellen-Strukturen A (Gl 1) und B (Gl 2) angeben:

$$10 \quad k_{ga} = 2\pi \cdot \lambda / p_a \quad (1)$$

$$k_{gb} = 2\pi \cdot \lambda / p_b \quad (2)$$

15 Die erfindungsgemäß im Bereich "zwischen" den beiden dem Entwurf entsprechenden Oberflächenwellen-Strukturen A, B mit den Periodizitäten p_a , p_b eingefügte Struktur ist die den "weichen" Übergang bewirkende quasi-periodische Streifenstruktur (die im oben angegebenen Sonderfall auch zu einer periodischen Struktur "degeneriert" sein kann). Mit der Fig. 7 ist ein Fall dargestellt, bei dem wegen des geringen Abstandes der beiden Oberflächenwellen-Strukturen A und B die endständigen Streifen a_e , b_e wesentlicher Bestandteil der erfindungsgemäß eingefügten Struktur 1 sind und wie aus der Fig. 7 ersichtlich, der Streifen a_e in seiner Breite gegenüber dem Streifen a modifiziert ist. Da die Streifen b der Struktur B breiter als die Streifen a_e in seiner Breite gegenüber den Streifen b der Struktur B breiter als die Streifen a_e der Struktur A sind, besteht die Modifikation des Streifens a_e in einer Verbreiterung desselben. Als erster Streifen der eingefügten Struktur C ist dieser verbreiterte Streifen außerdem auch mit u bezeichnet. Die weiteren Streifen der Struktur C sind mit v und w bezeichnet.

20 Diese erfindungsgemäß eingefügte quasi-periodische Struktur C ist hinsichtlich Position und Breite der Streifen u , v , w so bemessen, wie sich dies aus einer Chirp-Funktion $v(x)$ bestimmen lässt. Die Chirp-Funktion hat folgende Form:

$$30 \quad v(x) = \sin \{\Theta(x)\} \quad (3)$$

Es handelt sich um eine Sinusfunktion, deren Argument $\Theta(x)$ nicht-linear ansteigt. Damit eine Anpassung der zwei benachbarten Strukturen A und B erzielt, ist folgende Beziehung zu erfüllen:

$$35 \quad 2x_e / (p_a + p_b) > 1,5 \quad (4)$$

Ist diese Gleichung nicht erfüllt, dann liegen die zwei Strukturen A und B so nah beieinander, daß keine vollständige erfindungsgemäß Anpassung realisierbar ist.

40 Zunächst wird die Anzahl der zusätzlichen Streifen bestimmt. Sie hängt von der Anzahl N der vollen Perioden von $\Theta(x)$ im Bereich $x = 0$ bis $x = x_e$ ab. Für N gilt:

$$N = \text{INT} \{x_e / (p_a + p_b) - 0,5\} \quad (5)$$

45 wobei INT die Funktion zum Runden auf die nächst kleinere ganze Zahl ist. Ist die Bedingung (4) erfüllt, dann ist stets $N = 1$. Die Anzahl der zusätzlichen Streifen Nz beträgt:

$$Nz = N - 1.$$

50 Um die erfindungsgemäß Bemessungsmethode noch näher zu erläutern, wird im weiteren ohne Einschränkung der Erfindung eine lineare Chirp-Funktion zugrundegelegt. Bei der Erfindung können jedoch beliebige Chirp-Funktionen zum Einsatz kommen.

Die Funktion $\Theta(x)$ wird wie folgt festgelegt:

$$\Theta(x=0) = 0 \text{ und } \Theta(x=x_e) = \Pi(2N + 1) \quad (7)$$

55 Damit ist gewährleistet, daß die schon oben angesprochenen inneren Kanten der beiden endständigen Streifen a_e und b_e im vorgegebenen Entwurf gegenüber unverändert positioniert bleiben. Für $v(x)$ ergibt sich:

$$60 \quad v(x) = \sin \left[a k_{ga} x + a \frac{k_{gb} - k_{ga}}{2x_e} x^2 \right] \quad (8)$$

Der Parameter a ist für die Anpassung der Streifenpositionen notwendig:

$$a = \frac{2\pi (2N + 1)}{(k_{ga} + k_{gb}) x_e} \quad (9)$$

5
in den Gleichungen (4 bis 9) sind die endständigen Streifen a_e, b_e der Oberflächenwellen-Strukturen A, B einbezogen.

Für Streifenkanten werden dann nach der bekannten Methode für den Entwurf einer gechirpten Struktur, z. B. eines Wandlers an diejenigen Stellen positioniert, wo die Funktion $v(x)$ eine jeweilige 0-Stelle besitzt.

In Fig. 7 ist die quasi-periodische Funktion $v(x)$ dargestellt. Auf die modifizierte Breite des endständigen Streifens a_e als breiterer Streifen u ist oben bereits hingewiesen. Mit S ist das Substrat bezeichnet.

10
In den Fig. 8 bis 10 sind jeweils in den Fig. 8a, 9a, 10a allein nur die Oberflächenwellen-Strukturen A und B dargestellt. Die Fig. 8b, 9b und 10b zeigen die Strukturen A und B mit zusätzlicher erfundungsgemäß Struktur C.

15
Fig. 8 zeigt einen Fall mit unterschiedlichen Perioden p_a, p_b und Streifenbreiten der Oberflächenwellen-Strukturen A und B, jedoch mit größerem Abstand derselben voneinander. Die Einbeziehung der Streifen a_e und b_e macht sich hier wegen zusätzlicher Streifen v, v' der eingefügten Struktur kaum noch bemerkbar. Die Struktur C hat somit die Streifen u, v, v', v'', w .

20
Fig. 9 zeigt eine erfundungsgemäß Struktur C' für wiederum einen breiteren Abstand zwischen den Oberflächenwellen-Strukturen A und B. Diese beiden Strukturen A und B haben hier aber dieselbe Periodizität p und die gleiche Breite der Streifen a und b . Es ist hier die Phase $\Delta\phi$ anzupassen. Dies ist in diesem Falle mit etwas breiteren Streifen u, v, v', w und mit deren etwas größerer Quasi-Periodenlänge erzielt. Dabei ist diese Struktur C' tatsächlich periodisch.

25
Die Fig. 10 zeigt einen Fall, bei dem die quasi-periodische Struktur C'' wegen des äußerst geringen Abstandes zwischen den Strukturen A und B nur noch aus Streifen u, u', w', w besteht, wobei je zwei Streifen (u, u' bzw. w, w') gleichzeitig Streifen der Strukturen A bzw. B sind. Die Funktion $v(x)$ und die ihr entsprechende Verschiebungs-Positionierung der Streifen u, u', w, w' ist aus der Figur ersichtlich.

Patentansprüche

30
1. Oberflächenwellenanordnung mit mindestens zwei in Richtung der Hauptwellenausbreitung benachbarten Oberflächenwellen-Strukturen, bei denen die Streifen der einen Oberflächenwellen-Struktur in Bezug auf die Streifen der anderen Oberflächenwellen-Struktur hinsichtlich ihrer Periode und/ oder räumlichen Phase zueinander unterschiedlich angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des Wellenübergangs zwischen zwei solchen Oberflächenwellen-Strukturen eine quasi-periodische Struktur (C) ausgebildet ist, die einen stetigen Übergang der Periode (P) und/ oder räumlichen Phase der einen dieser Oberflächenwellen-Strukturen (A) in diejenige(n) der anderen Oberflächenwellen-Struktur(en) (B) bildet.

35
2. Oberflächenwellenanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die quasi-periodische Struktur (c) in dem Zwischenraum zwischen die beiden benachbarten Oberflächenwellen-Strukturen (A, B) eingefügt ist.

40
3. Oberflächenwellenanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die quasi-periodische Struktur (c) einen Anteil der wenigstens einen der beiden Oberflächenwellen-Strukturen (A, B) erfaßt, der der anderen Oberflächenwellen-Strukturen (B, A) benachbart ist.

45
4. Oberflächenwellenanordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß für den Übergang zwischen zwei verschiedenen Periodizitäten (p_a, p_b) der beiden benachbarten Oberflächenwellen-Strukturen (A, B) für die quasi-periodische Struktur (C) Streifen vorgesehen sind, die einen Übergang der Periodizität der einen Oberflächenwellen-Struktur in diejenige der anderen bilden.

50
5. Oberflächenwellenanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß Streifen der quasi-periodischen Struktur (C) von der einen Oberflächenwellen-Struktur (A) zur benachbarten Oberflächenwellen-Struktur (B) von Streifen zu Streifen der quasi-periodischen Struktur zunehmende Breite haben.

55
6. Oberflächenwellenanordnung nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei gleicher Periodizität (P) der beiden Oberflächenwellen-Strukturen (A, B) die Streifen der quasi-periodischen Struktur (C) derart veränderte Abstände voneinander haben, daß eine zwischen diesen beiden Oberflächenwellen-Strukturen vorhandene Unstetigkeit der räumlichen Phase ausgeglichen wird.

55
Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1

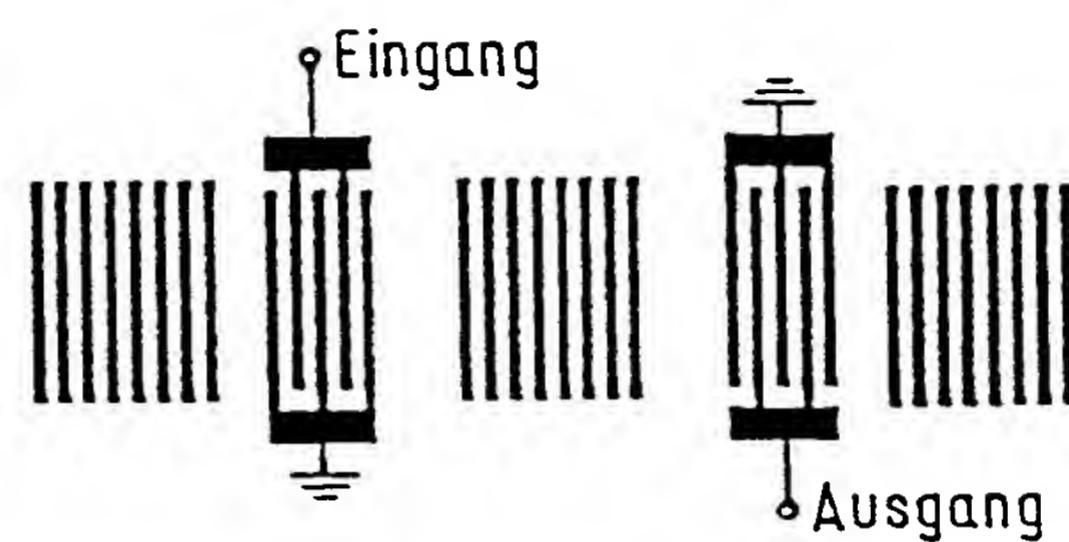


FIG 2

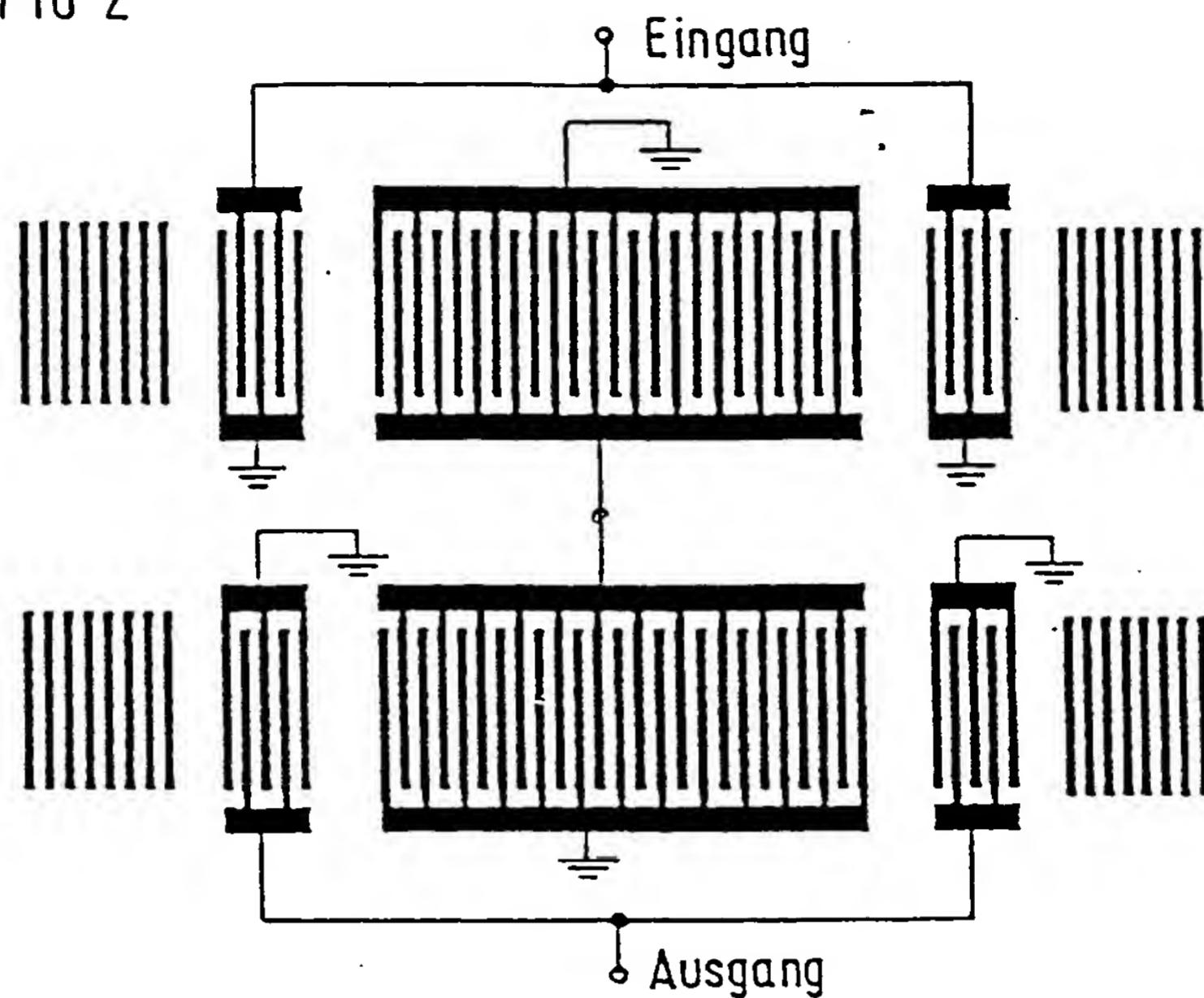


FIG 3

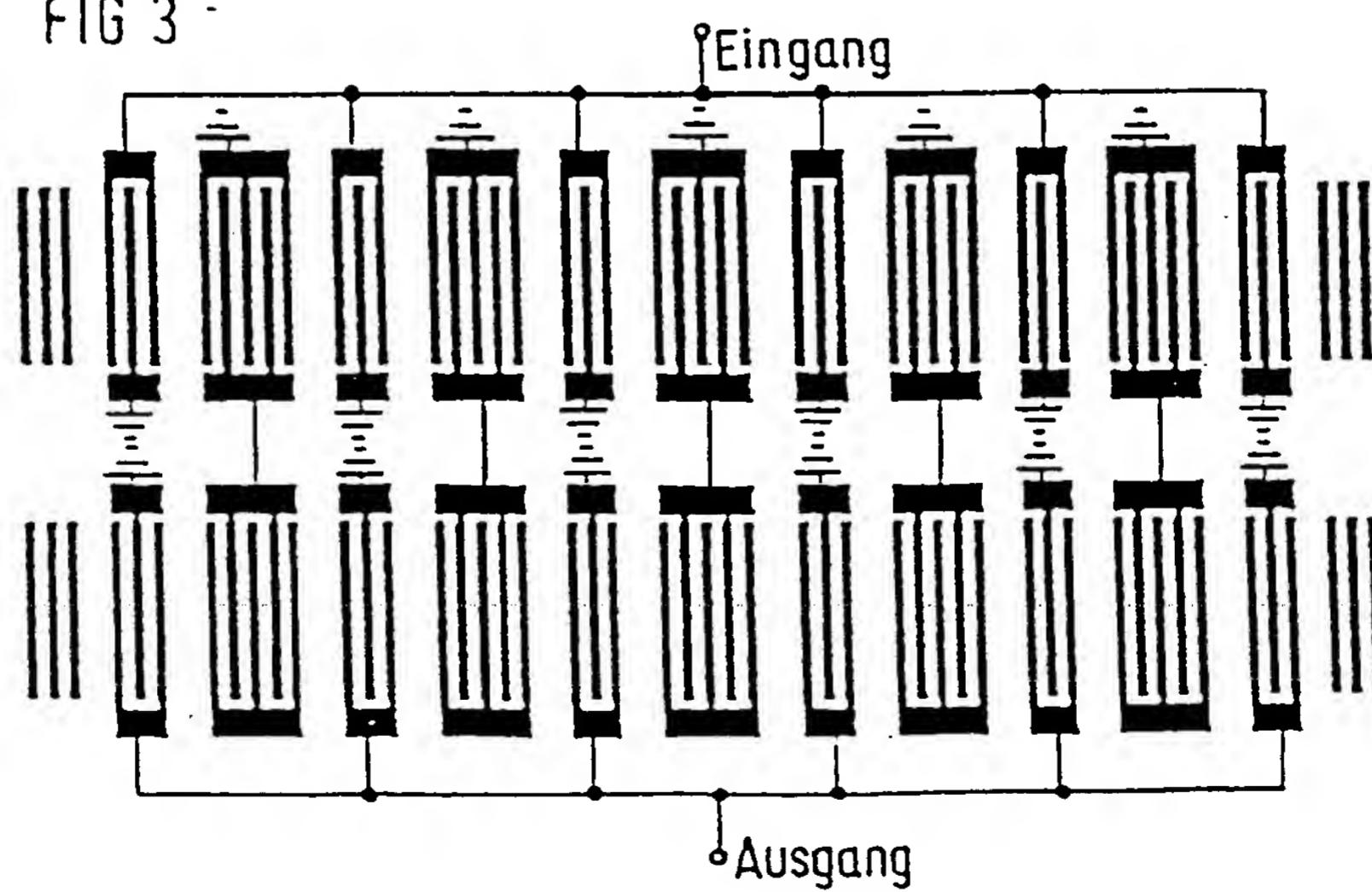


FIG 4

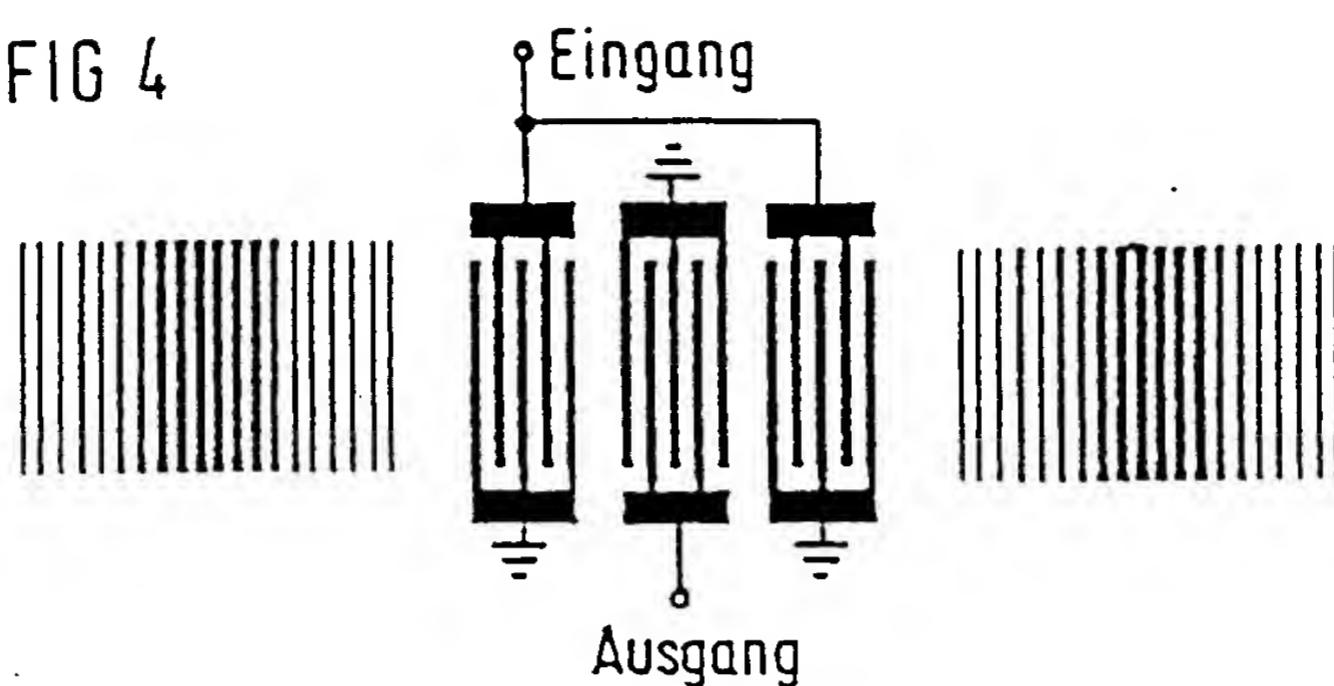


FIG 5

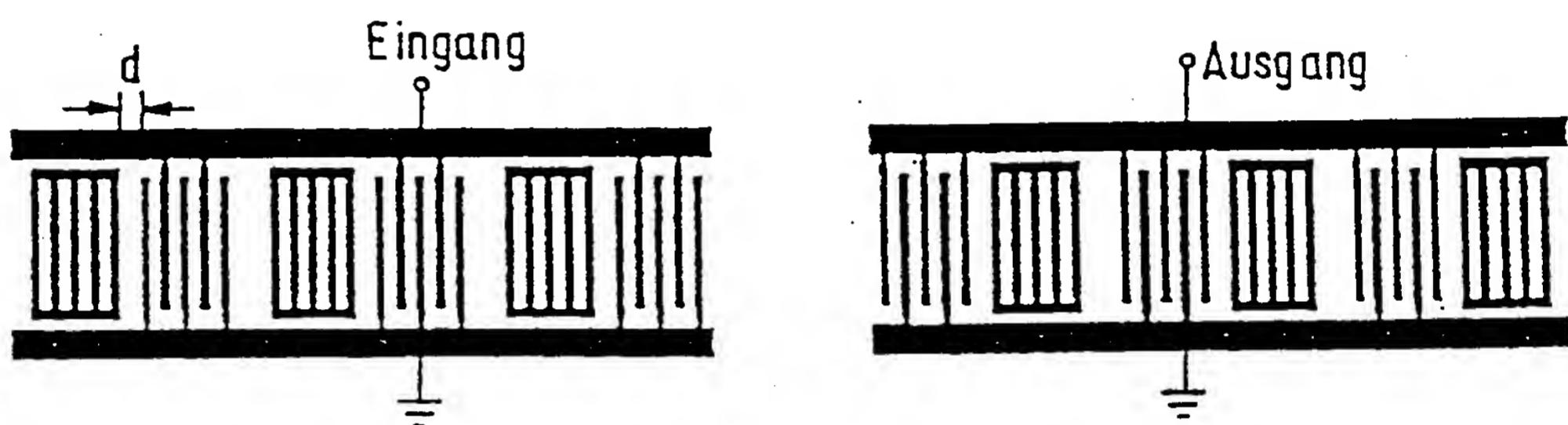


FIG 6



FIG 7

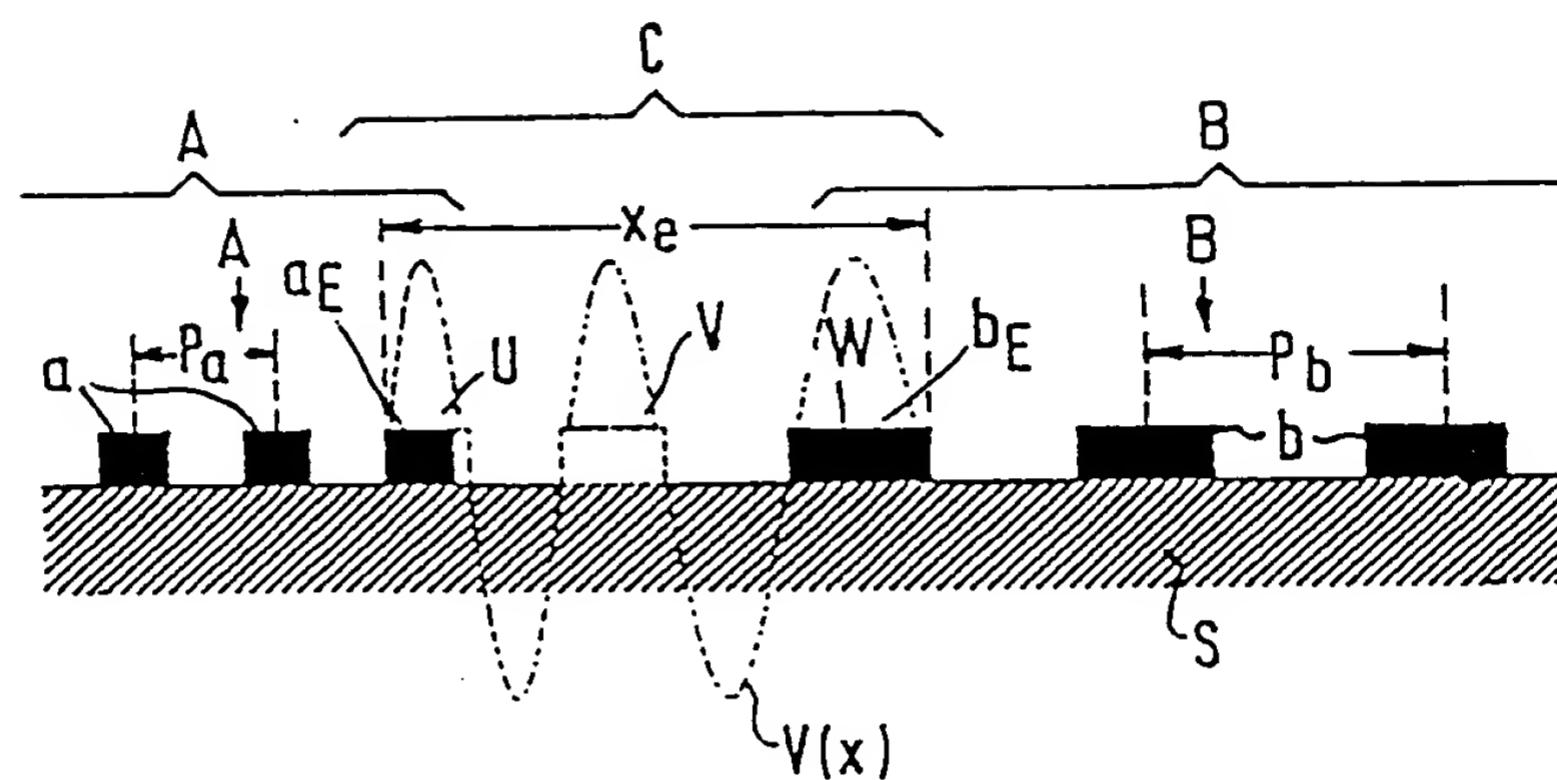


FIG 8

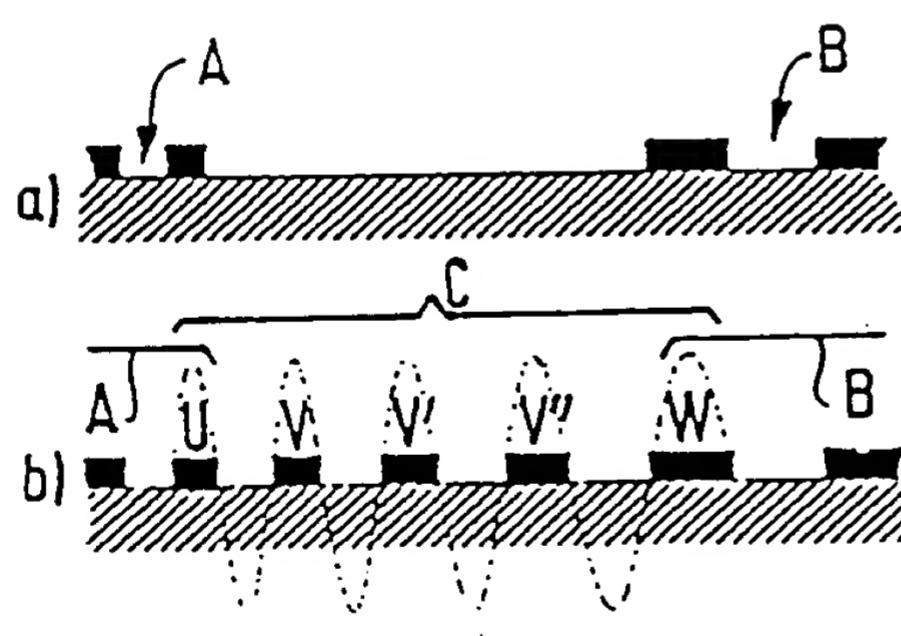
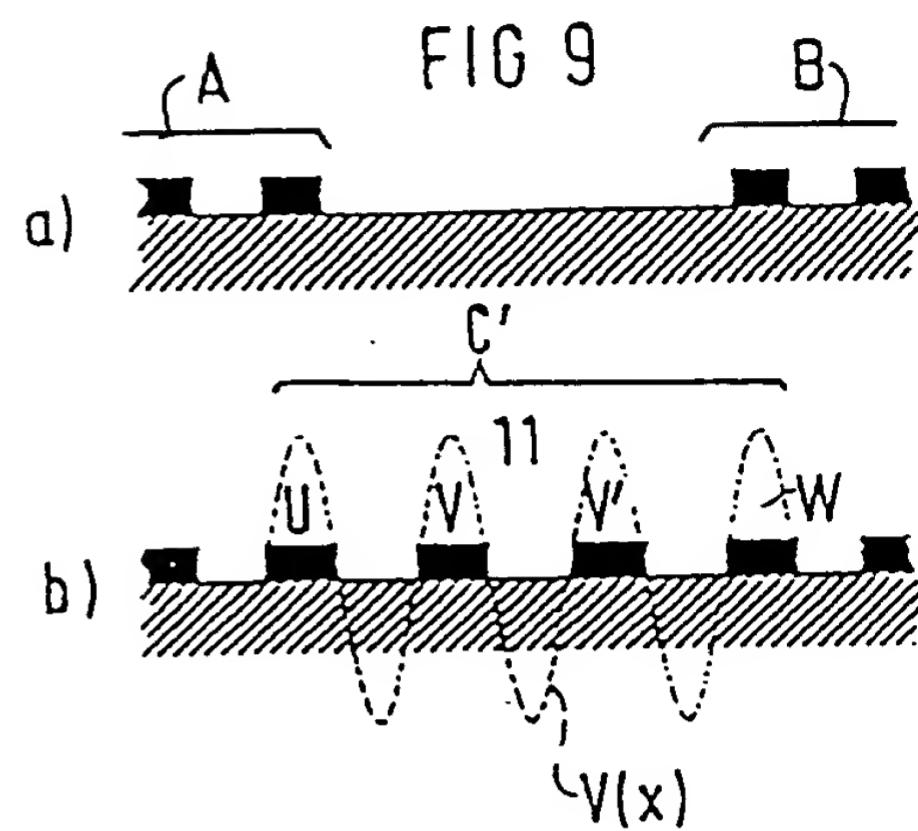
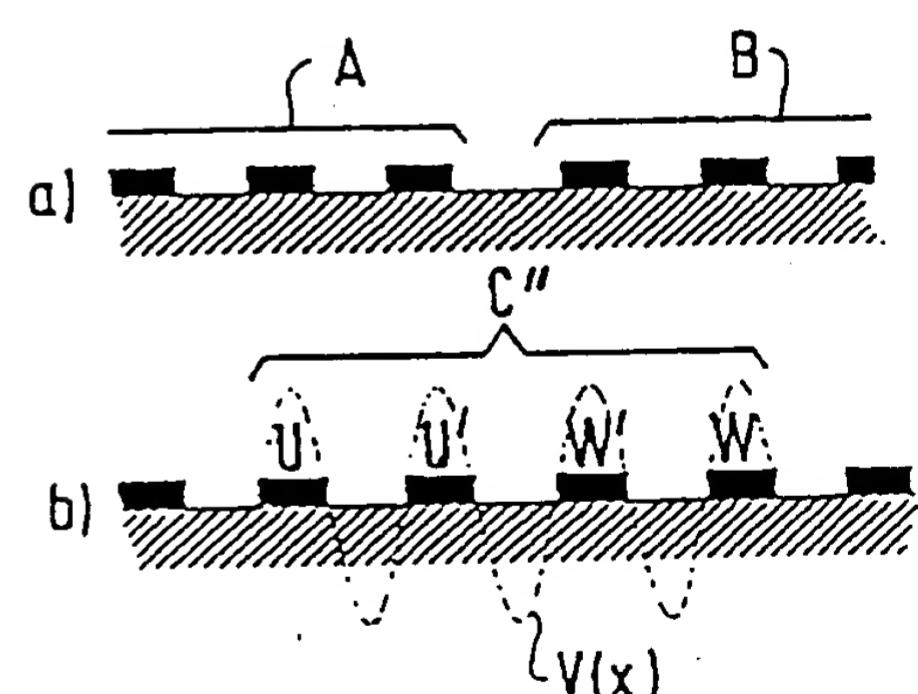


FIG 10



DE42 12 517 C2 訳文

出願日 1992年4月14日
公開日 1993年10月21日
出願人 ジーメンス AG
発明者 アネモギアニス キモン
発明の名称 主伝搬方向に隣接して少なくとも二つの表面波構造
を備えた表面波装置

明細書

本発明は、特許請求の範囲第1項前文に記載した、主伝播方向に隣接して設けられた、少なくとも2つの表面波構造を備えた表面波装置構成に関する。

たとえば米国特許第4, 965, 479号より公知の種類の表面波装置構成は少なくとも2つの表面波構造を備えており、前記表面波構造は、たとえば単純フィルタ用の表面波トランスデューサ（少なくとも2つ）より、あるいは単純共振器用の（少なくとも）1つのトランスデューサおよび（少なくとも）1つの反射器よりなる。2つのトランスデューサを備えた（フィルタ）構成は、さらにもう1つ、あるいはそれ以上の数の反射器を備え、さらに必要に応じて別のトランスデューサを備えている。また共振器の場合には、複数のトランスデューサおよび／または複数の反射器を設けることもある。

このような表面波装置構成では、前記表面波構造は、圧電基板上に複数個、チャネルに沿って一列に配列されている。この場合、前記配列方向が表面波装置構成内における主伝播方向となる。前記表面波構造は、トランスデューサの場合、インターデジタル電極を構成する電極ストライプおよびこれらが共通接続されるレールパターンよりなるが、反射器の場合には単なるストライプパターンよりなる。これらのストライプパターンを共通レールパターンにより短絡することもある。このような表面波装置構成では、2つの隣接する表面波構造の周期もしくはそのストライプ位置を、両者の間において干渉が全く生じない

ように簡単に設定することができる。例えば2つの隣接する表面波構造を、同一周期に形成し、かつこれらの周期を互いに位相整合するようにすることができる。

しかし、所期の特性を満たすように表面波装置構成の設計する際に、このような整合を有さない、すなわち電極ストライプの位置が相互に異なっている表面波構造を、隣接して2つあるいはそれ以上設ける必要が生じことがある。このようにストライプ位置が異なる場合、隣接する二つの表面波構造において、一方の表面波構造の端部を構成する電極ストライプと他方の表面波構造の端部を構成する電極ストライプの間隔が、両表面波構造における周期の半波長に対して異なってしまうことになる。このような場合、前記の間隔は、半波長分の長さの一部分、あるいは複数の半波長を含む長さに前記一部分を加えた合計に等しくなる。一般に、基板の表面の、隣接する表面波構造間の領域には、他の構造は設けられない。しかしこの部分に、本発明による大面積の、構造を有さない構成を設けることができる。

低損失の表面波装置構成には、大きな選択比と低い挿入損失が要求される。図1～6は、関連した公知の表面波装置の概略的構成を示す。

図1は、前記米国特許第4,965,479号より公知の共振器フィルタであり、これは特に狭帯域の伝送機能に使用される。

図2および3はDE-OS 3832944号から公知の特定の結合トランステューサにより2つのチャネルを結合した2チャネル構成フィルタの実施形態を示す。この構成は、非常に大きなエッジ急峻性および低い挿入損失を有する。

図4は、DE-OS 3942148号より公知の共振器フィルタであり、これは低損失であるが、石英基板のような特に低損失基板表面を必要とする。

図5は、2つの単相一方向性トランステューサを備えたフィルタである。この両トランステューサの中に、三重トランジット信号を最適に抑制するために反射器が挿入されている。

図 6 は 2 つの位相トランスデューサからなるフィルタである。このようなトランスデューサの場合、位相ネットワークを利用して音響波の一方向性放射が達成され、同時に三重トランジット信号が最小限に低減される。

前記のような一方向性トランスデューサについては、たとえば 1983 年超音波シンポジウム、104 から 108 頁を参照されたい。

表面波装置構成の低損失動作は、従来は、フィルタの電気的整合によって達成されてきた。電気的整合の場合、基本的に 2 つの音響的および電気的ゲートからなる電気音響インターデジタルトランスデューサ（出力側）が、入来する音響信号の信号エネルギーの 4 分の 1 を反射する。それによりフィルタ伝送機能の通過領域内に強いリップルを生じる。この理由から、公知の低損失の表面波構造では、特別な手段により 3 ゲートトランスデューサ方式を回避する技術が用いられている。

電気的整合を行った低損失の表面波フィルタでも、数 dB の挿入損失が生じる。その理由は、特にオーミック効果、トランスデューサの重みづけ、および／または伝播損失による音響的不整合にある。特に問題となる損失機構は、端のトランスデューサあるいは反射器ストライプが生ずる効果によるものである。この効果は、ストライプ周期性が乱される箇所で発生し、バルクモードの放射を生じる。

図 1 ～ 5 の全ての表面波装置構成は、各々が一単位となる複数の表面波構造を含む。隣接する 2 つの構造を有する設計を採用する場合、特殊な場合を除き、ストライプ位置が相互に異なる状況が生じる。すなわち一方の構造の周期が、これに隣接する（各々の）構造の周期と異なる。この場合、この相異が重要な問題となる。同様な問題は、隣接する構造のストライプ位置についても生じる。この問題を解決すべく、従来公知の構成においては強制的にストライプ周期を変更し、および／または該当する隣接構造に対して平行移動させることが行われていた。しかし、これらの方法ではいずれも、図 1 の共振器の場合で

はカップリングが低減してしまい、また設計自由度が制限される問題が生じる。図2および3の構成では、各々のトランステューサと反射器の間で同じ問題が発生する。またこのような干渉の問題は、図2および3の配列の結合トランステューサ内部においても、前記結合トランステューサが部分的に分割された結合トランステューサである場合、 $\lambda/4$ 幅のストライプと $\lambda/8$ ストライプとを有する領域が衝突する部分において発生する。またこれは同様に図5の構成にも当てはまる。遷移領域においては常に高い放射損失が発生する。同様の問題は、図6記載の二相トランステューサにおいても、電気的位相シフトに相当する部分トランステューサ相互のシフトに起因して生じる。

本発明の課題は、上述の欠点を除去することより効果的な方法を提示することである。

この課題は、冒頭に挙げた形式の表面波装置構成において本発明により特許請求の範囲第1項の特徴部の特徴によって解決される。

本発明による表面波装置構成の場合、隣接する表面波構造間に（あるいは上記のような波長が干渉するような表面波構造間に）、別のストライプからなる擬似周期的構造が挿入される。表面波構造の「間に」という表現には、このように挿入した擬似周期的構造の領域が、隣接する表面波構造の少なくとも一方の内部へと延在する場合も含まれる。このような状況は、特に表面波装置構成内で隣接する2つの表面波構造において、互いに対向する2つの端部ストライプの間隔が幾何学的に非常に小さく、たとえば前記表面波構造の半波長のオーダーにすぎないような場合に生じる。

本発明によれば、両表面波構造の間の「ソフトな移行」箇所に存在する「衝突」を修正することができる。これにより、それぞれのストライプ周期および隣接する表面波構造のストライプ位置が、互いに整合される。本発明により、設計者がフィルタを設計する際に、このような衝突により生じる干渉を考慮する必要がなくなる。本発明による措置（すなわち本発明により寸法決定された擬似周期的ストライプ配

列の、2つの隣接する表面波構造の間への挿入)は、その後で実施される。フィルタ設計自体は、所定の条件を満たすように実行され、本発明は、このような表面波装置構成で発生する衝突箇所で生じる干渉を除去するように実行される。フィルタ特性について見ると、本発明を実施しても、意図した放射効果の低減に対しては、無視しうる程度の影響が生じるだけである。特に基板カットの際に、本発明により放射損失の著しい減少を実現することができる。

本発明で挿入されるストライプ構造は、原則的に無反射ストライプ構造である。そのために好ましくは、 $\lambda/3$ 、 $\lambda/6$ または $\lambda/8$ の幅広の寸法を有するストライプが使用される。本発明の付加構造を挿入する場合、隣接表面波構造間の電磁的クロストークを回避するために、挿入した付加構造のストライプをさらに少なくとも1つの集合レールを用いて互いに短絡させ、好ましくはこの構造を接地することが望ましい。

図7を参照してさらに詳しく説明するように、挿入された無反射構造は、その両端が、前記挿入構造に隣接する表面波構造の周期に整合するように修正される。すなわち前記挿入構造においてはストライプ位置が互いに、かつ隣接する表面波構造に対しても、遷移部および挿入構造内において、2つの隣接した表面波構造への「滑らかな」移行が生じるように修正される。同様のことは、2つの表面波構造の一方から他方への位相整合にも当てはまる。本発明による擬似周期的構造では、上述の非修正の無反射構造に対しストライプ間隔あるいはストライプ幅が整合され変形されている。

本発明による擬似周期的構造とこれに両側で「接続」される表面波構造の周期が等しい場合には、前記無反射挿入構造の周期についての修正は必要がなく、両側の表面波構造に対して位相整合のみ修正される。この場合、本発明による擬似周期的構造のストライプでは、「塗りつぶした」位相移行が、衝突を生じずに実現するように、互いに近接して、または互いに離間して位置決めされる。

さらに両方の表面波構造の周期および位相が互いに整合される場合、本発明による擬似周期的構造は周期的構造（表面波構造の周期による）となり、位相不整合は全く発生しない。この特殊の場合には、本発明構造は、隣接する表面波構造間に設けられた単純な無反射ストライプ構造となる。

本発明のさらなる構成を、従属請求項に記載している。

以下、本発明を図7～10の実施例を参照しながらより詳細に説明する。

図7は、本発明による擬似周期構造を備えた表面波装置構成を示す。図8～10は、本発明による表面波装置構成の別の実施形態を示す。図7は、本発明による「ソフトな移行」の原理を示す。ストライプa_a、a_a、a_cは、表面波構造Aの最後の3つのストライプ（たとえばトランスデューサの最後の3本の電極）であり、これらは図中右端に表している。ストライプa_cは（右方への伝播方向に）隣接する表面波構造のストライプb_c、b_b、b_aに隣接する端部ストライプである。b_c、b_b、b_aは前記構造Bの左端のストライプであり、ストライプb_aは端部ストライプである。ストライプa_a、a_c、ストライプb_c、b_aは、互いに異なるストライプ幅を有し、また構造AおよびBにおいて周期性p_aおよびp_bも互いに異なることがわかる。

発明を実施する場合、量p_a、p_bもおよび図7に記載した間隔x_eならびに両方の表面波構造A、Bのストライプのストライプ幅は任意に設定することができる。ここで間隔x_eは、数学的な説明のために、また本発明で挿入される擬似周期的構造Cの寸法決定のために使われる量である。前記間隔x_eは、対向する端部ストライプb_aの間に延在する量である。前記間隔x_eは、端部ストライプa_b、b_aを含めた、本発明構造Cの長手方向寸法である。

前記表面波構造A（式1）およびB（式2）の波数を以下のように示すことができる：

$$k_{ga} = 2\pi \cdot \lambda / p_a \quad (1)$$

$$k_{gb} = 2\pi \cdot \lambda / p_b \quad (2)$$

本発明により表面波構造A、Bの「間の」領域内に周期 p_a 、 p_b で挿入した構造は、「ソフトな」移行を生ぜしめる擬似周期的ストライプ構造である（上述のように特別な場合にはこれを周期的構造に「変更」することもできる）。図7の場合、表面波構造AおよびBの間隔が小さく、端部ストライプ a_e 、 b_e が本発明による挿入構造1の本質的な構成要素である。図7から明らかなように、ストライプ a_e はその幅がストライプ a に対して変更されている。構造Bのストライプ b はその幅がストライプ a_e よりも広く、構造Bのストライプ b はストライプ a_e 、構造 a_e 、構造Aよりも幅広であるため、ストライプ a_e の修正では、ストライプ a_e の幅が拡大される。挿入した構造Cの第1ストライプとして、前記幅を拡大したストライプを u で表している。構造Cの別のストライプは v および w で表している。

前記本発明により挿入される擬似周期的構造Cでは、ストライプ u 、 v 、 w の位置および幅が、チャープ関数 $v(x)$ から決定されている。チャープ関数は次式の形を有する：

$$v(x) = \sin \{\Theta(x)\} \quad (3)$$

上式において、正弦関数の独立変数 $\Theta(x)$ は非線形に増大する正弦関数である。2つの隣接する構造AおよびBの整合を達成することによって次の関係が満たされる：

$$2x_e/(p_a + p_b) > 1.5 \quad (4)$$

上式が満たされない場合は、2つの構造AおよびBは、本発明による完全な整合が実現できないほど互いに近接している場合である。

最初に追加のストライプ数が決定される。この数は領域 $x = 0$ ないし $x = x_c$ において $\Theta(x)$ の全周期の数 N に左右される。 N について次式が適用される：

$$N = \text{INT}\{x_e/(p_a + p_b) - 0,5\} \quad (5)$$

式中、INTは次のより小さい整数に丸めるための関数である。条件 (4) が満たされるとき、常に $N = 1$ である。追加ストライプ N_z の数は次式になる：

$$N_z = N - 1. \quad (6)$$

本発明による寸法決定方法をより詳しく説明するために、以下では線形チャープ関数を基礎におく。但し、これは本発明を限定するものではなく、本発明の場合は任意のチャープ関数を用いてよい。

関数 $\Theta(x)$ は次のように決定される：

$$\Theta(x=0) = 0 \text{ and } \Theta(x=x_c) = \Pi(2N + 1) \quad (7)$$

これにより、すでに上述した両端ストライプ a_e および b_c の内側エッジの位置関係が、任意の設計に対し不变に維持されることが保証される。 $v(x)$ について次式を得る：

$$v(x) = \sin [a k_{ga} x + a \frac{k_{gb} - k_{ga}}{2x_e} x^2] \quad (8)$$

ここでパラメータ a はストライプ位置の整合のために使われる。

$$a = \frac{2\pi(2N + 1)}{(k_{ga} + k_{gb}) x_e} \quad (9)$$

式 (4 から 9) において、端部ストライプ a_e 、 b_c は、表面波構造 A、B に関係している。

次にストライプエッジが、たとえばトランステューサのチャーブ構造を設計する公知の方法に従って、関数 $v(x)$ がそれぞれ 0 位を有する箇所に位置決めされる。

図 7 中に前記擬似周期的関数 $v(x)$ を示す。より幅広のストライプ u として使われる端部ストライプ a_e の修正後の幅については、すでに説明した。図中、基板は S で示している。

図 8 ~ 10 では、図 8 a、9 a、10 a で表面波構造 A および B のみを示す。一方、図 8 b、9 b および 10 b は本発明による追加の構造 C を有する構造 A および B を示す。

図 8 は、表面波構造 A および B が異なる周期 p_a 、 p_b および異なるストライプ幅を有する場合を示すが、その相互の間隔が徐々に増大されている。ストライプ a_e および b_e は、挿入された追加のストライプ v' 、 v'' のために目立たない。このため前記構造 C は、この例ではストライプ u 、 v 、 v' 、 v'' 、 w を有する。

図 9 は、さらに表面波構造 A、B 間の間隔をさらに増大させた本発明構造 C' を示す。ただし前記構造 A および B は同一の周期 p と同一のストライプ幅 a 、 b を有する。この構成では位相 $\Delta\phi$ が整合されるが、これは多少幅広のストライプ u 、 v 、 v' 、 w を、多少大きな擬似周期で配列することにより達成されている。この場合、前記構造 C' は実際に周期的である。

図 10 は構造 A、B 間の間隔が非常に小さい場合を示す。この場合、擬似周期構造 C'' がストライプ u 、 u' 、 w' 、 w からのみなり、各々 2 つのストライプ (u 、 u' もしくは w 、 w') が同時に構造 A もしくは B のストライプを構成する。関数 $v(x)$ とその対応するストライプ u 、 u' 、 w 、 w' のシフト位置の位置決めは図から明らかである。

特許請求の範囲

1. 主波伝播方向に隣接する少なくとも 2 つの表面波構造を備え

た表面波装置構成であって、一方の表面波構造のストライプが他方の表面波構造のストライプを基準としてその周期および／または空間位相に関して互いに異なって配置されているものにおいて、

このような表面波構造間の波動移行領域において擬似周期的構造 (C) が形成され、この構造が前記表面波構造 (A) の一方の周期 (P) の常時移行および／または空間位相を他方の表面波構造 (B) の中へ形成することを特徴とする表面波装置構成。

2. 擬似周期的構造 (C) を両方の隣接する表面波構造 (A、B) の間の中間空間に挿入したことを特徴とする、請求項 1 記載の表面波装置構成。

3. 擬似周期的構造 (C) が他方の表面波構造 (A、B) に隣接する両方の表面波構造 (A、B) の少なくとも一方の一部を検出することを特徴とする、請求項 1 または 2 記載の表面波装置構成。

4. 擬似周期的構造 (C) のための両方の隣接する表面波構造 (A、B) の 2 つの異なる周期性 (p_a 、 p_b) の間の移行のために、他方の表面波構造への一方の表面波構造の周期性の移行を形成するストライプを設けたことを特徴とする、請求項 1、2 または 3 記載の表面波装置構成。

5. 表面波構造 (A) の一方から隣接する表面波構造 (B) へ至る擬似周期的構造 (C) のストライプが擬似周期的構造のストライプからストライプへ増大する幅を有することを特徴とする、請求項 4 記載の表面波装置構成。

6. 両方の表面波構造 (A、B) の等しい周期性 (P) において擬似周期的構造 (C) のストライプが、前記両方の表面波構造の間に存在する空間位相の不連続性が補償されるように変化する相互の間隔を有することを特徴とする、請求項 1 または 3 記載の表面波装置構成。